

## 明 細 書

## 液滴配置装置及び液滴配置方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、インクジェットを用いた液体配置装置及び液体配置方法に関する。

## 背景技術

[0002] 近年、インクジェット式プリンタは、文字や画像の印刷機として広く利用される一方、電子デバイスやデオキシリボ核酸(DNA)チップの作製装置としても利用されつつある。ここで、電子デバイスとは、電子の流れや蓄積を利用して、演算、情報の蓄積と伝搬、表示等を行う素子やその集合体をいう。これらの例として、電気回路、これらを構成する配線、電極、抵抗体、コンデンサ、半導体素子などがある。

[0003] 以下、インクジェット式プリンタの概要と、インクジェット式プリンタによる電子デバイス作製例について説明する。インクジェット式プリンタにおける印刷の仕組みは、平板(以下「ノズル板」という。)上に開けられた直径数十 $\mu\text{m}$ の多数の貫通孔(以下「ノズル孔」という。)からそれぞれ数ピコリットルのインクを紙などの印字体に向けて吐出し、吐出したインクを印字体の所定の位置に配置することである。インクを記録媒体の所定の位置に配置するために、ノズル板と印字体の位置を機械的に動かしてこれらの相対的な位置を制御しながらインクを吐出する。このように、ノズル板のノズル孔から液体(液滴ともいう)を吐出して基材の所定の位置に配置する方法をインクジェット法という。また、ノズル孔から液体を吐出する機構を備えた装置をインクジェットヘッドという。インクジェットヘッドは、ノズル板、ノズル板を貫通しているノズル孔、ノズル板の液体吐出面と反対の面に接し、ノズル孔に通じている圧力室、圧力室に圧力を発生させる機構を備えている。そして、圧力室に圧力を加えることにより圧力室内に保持されている液体をノズル孔からノズル板の外に向かって吐出する。

[0004] 図10は、インクジェット式プリンタの全体の概略図である。図10のインクジェット式プリンタ100は、圧電素子の圧電効果を利用して記録を行うインクジェットヘッド101を備え、このインクジェットヘッドから吐出したインク滴を紙などの記録媒体102に着弾させて記録媒体に記録を行うものである。インクジェットヘッドは、主走査方向Xに配

置したキャリッジ104に搭載されていて、キャリッジ104がキャリッジ軸103に沿って往復運動するのに応じて、主走査方向Xに往復運動する。さらに、インクジェット式プリンタは、記録媒体をインクジェットヘッド101の幅方向(X方向)と垂直方向の副走査方向Yに、相対的に移動させる複数のローラ(移動手段)105を備える。インクジェットヘッドは、インクを吐出するノズル孔を備えたノズル板と、ノズルからインク吐出させる駆動部分、及びノズルにインクを供給する部分から構成されている。

[0005] 図11A-Cは、インクジェットヘッドの構造の一例を示している。図11Aは、ノズル孔121とその近傍の断面図である。ノズル孔は圧力室113に通じており、圧力室113上部には振動板112と圧電素子111が形成されている。圧力室113にはインクが満たされており、インクはインク流路115からインク供給穴114を通して供給される。圧電素子111に電圧を印可すると圧電素子111と振動板112がたわみ、圧力室113の圧力が上がってノズル121からインクが吐出する。インク118がノズル孔121から一定の方向に吐出されるように、ノズル板116表面は撥水処理がほどこされている。圧力室113の圧力を上げるために、インク室内に気泡を発生させる方法を用いる場合もある(バブルジェット(登録商標)法)。図11Bは、図11AのI-I線で切断した模式的立体透視図である。ここでは、約2個のノズル孔近傍の構造のみを示しているが、実際は、これと同じ構造のものが多数一列に並んでいる。図では、左側の圧電素子117と振動板112がたわんでノズル孔121からインク118が矢印119の方向に吐出されている様子を示している。なお、図から分かるように、それぞれのノズル孔に対して一個の圧力室113と圧電素子117が割り当てられているが、インクを供給するインク流路115は多数個のノズル孔に対して共通であり、インクは、流路からそれぞれの圧力室113に開けられたインク供給路114を通して供給される。図11Cは、ノズル板上部から見た平面図である。この例では、間隔が約340  $\mu$ m幅で左右一列に40個並んだノズル孔121が上下2列ある。図中、それぞれのノズルを囲む線120はノズル板の向こう側にある圧電素子の形、破線124はインク流路の形を示している。一つのインク流路から左右に40個並んだノズル孔へインクが供給されるので、左右40個のノズル孔からは同一色のインクが吐出されることになる。122は基材の送り方向、123はノズルが2列に配置している状態を示す。

- [0006] インクジェット式プリンタを電子デバイス作製装置として利用した代表例を以下に示す。インクジェット法により金属コロイドをプリント基板上に描画することにより、プリント基板に導線の回路パターンを形成した例がある(下記非特許文献1)。通常、プリント基板に導線回路パターンを形成するためには、あらかじめ基板に金属膜を形成した後フォトリソ法により導線回路パターン形成するか、もしくは、レジスト膜で回路のネガパターンを基板上に形成後レジストの存在しない領域にメッキ法で導線回路パターンを形成後レジストを除去する方法が用いられている。インクジェット法を用いる利点は、手間のかかるフォトリソ工程を経ずに直接プリント基板に回路を形成できることである。このため、回路形成が短時間となり製造コストを大幅に下げることができる。さらに、フォトリソ法では作製する回路に対応したフォトマスク(版)が必要であるため、少量多品種の回路の生産や、様々な回路の試作を行う場合、大量のフォトマスクを作製する必要があり、時間とコストが増大する。これに対して、インクジェット法ではフォトマスクが必要でないため、少量多品種回路生産や、回路の試作に適している。
- [0007] また、機能性有機分子をインクジェット法により基板に描画することにより、電界効果トランジスタ(下記非特許文献2)、エレクトロルミネッセンスを利用したディスプレイ(下記非特許文献3)、マイクロレンズアレイ(下記非特許文献4)などを形成した例がある。基板上に形成した機能性有機分子薄膜は、レジストの現像液や剥離液に曝されると基材から剥離したり電気特性が劣化したりする傾向があり、通常のフォトリソ工程でパターンを形成することが困難である。インクジェット法は、機能性有機分子の特性を劣化させることなく簡単にパターン形成できるため、有機分子を用いた電子デバイスの作製方法として有望視されている。
- [0008] また、近年、人の体質、病気の診断、薬の効き方などを遺伝子のレベルから調べるための手段として、DNAチップが広く用いられている。DNAチップとは、数千〜数万種類のDNA断片や合成オリゴヌクレオチド(以下、これらを「DNAプローブ」という。)をそれぞれ、数センチメートル四方のガラス基板やシリコン基板などの所定の位置に固定したものであり、たくさんの遺伝子の発現の様子を同時に測定したり特定の遺伝子が存在するかどうかを調べたりする目的に使用される。このDNAチップをインクジェット法で作製する方法が提案されている。すなわち、DNAプローブの溶解した液

体をインクジェット法で基材の所定の位置に配置することで、簡便に低コストでDNAチップを形成することが可能となる(下記特許文献1)。

- [0009] インクジェット法で電子デバイスやDNAチップを作製するためには、液滴を基板の所定の位置に正確に配置する必要がある。一般的には、インクジェットヘッドと基板との初期の位置を定めておき、あらかじめ決められた量だけヘッドと基材の相対位置をずらしながら液滴を吐出することによって、液体を基板の所定の位置に配置する。描きたい液滴のパターンが数百 $\mu\text{m}$ 程度ならば、この方法で正確に描画できる。しかし、インクジェットヘッドと基板の初期の位置や移動量は基板の固定の仕方、温度変化による基材の熱膨張の影響を受けて $\mu\text{m}$ の範囲でばらつくため、上記方法で $\mu\text{m}$ 数十 $\mu\text{m}$ のパターンを描画することは困難である。
- [0010] また、インクジェットヘッドを用いた液体吐出において、まれにはあるが、ノズル孔が詰まり液体が吐出しない場合がある。再現性良く電子デバイスやDNAチップを作製するためには液滴がきちんと吐出しているかどうかを検出することも重要である。
- [0011] 下記特許文献2では、反応物質を検出部の特定の位置に固定化することのできるスポッティング装置が提案されている。この特許では、液滴を配置する基板の上方斜めに設置された視覚カメラによって、基板の位置を認識することにより、基板に正確に液体を配置する。
- [0012] また、下記特許文献3では、DNAプローブ溶液を吐出する複数のノズルを有するインクジェットヘッドと、前記ヘッドに所定のノズルから液体を吐出する駆動信号を発生させる手段を備えるDNAプローブ溶液吐出装置について提案されており、前記ノズルから吐出される溶液に向けて投光する投光手段と前記投光手段から光を受光する受光手段を有することを特徴としている。出射する光の方向は、インクジェットヘッド吐出面と平行であり、ヘッドから吐出された液体に当たって反射した光を受光することにより、溶液が正常に吐出されているかどうかを調べる。
- [0013] また、下記特許文献4では、基板上の画素にインクジェット法により液相の有機材料を吐出して有機層を形成するに際して、(a)あらかじめ基板上に画像認識パターンを形成し、(b)前記画像認識パターンを画像認識装置によって認識することにより基板又は画素の位置情報を得、(c)前記基板又は画素の位置情報に基づいて、インクジ

ェットヘッド及び基板又は画素の位置合わせと、液相有機材料を吐出するタイミングを制御することからなる有機エレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法が提案されている。この文献では、画素認識装置は、インクジェットヘッドに対して基板の裏面側に固定して配置されており、透明又は半透明な基板を通して画像認識パターンを認識する方法が示されている。この従来例では、画像認識装置の基板に対する配置位置や画像を認識するために必要とされる照明光については開示されていない。

- [0014] 本発明者らのこれまでの検討結果から、数百  $\mu\text{m}$  以下の微細な液滴パターンを基板に配置するためには、吐出口と基板との間隔を1mm以下にする必要があることが分かっている。この間隔が大きいと、吐出口から出た液体が基板に付着する間に空気の対流の影響を受け飛翔の方向が変わってしまうからである。さらに、間隔が大きいと、微小な液滴が基板に付着する前に揮発してしまうこともある。
- [0015] 特許文献2で示された装置では、視覚カメラが基板斜め上方に配置されているため、吐出口と基材の間隔が1mm以下になると吐出口直下の基板の位置が見えにくくなる。特に、ノズル板上に吐出口が高い密度で配置されたインクジェットヘッドの場合、ノズル板中心付近にあるノズル孔直下の基材の位置は、ノズル板端の陰になり視覚カメラで検出することは不可能となる。
- [0016] 同様に、特許文献3で示された装置では、ヘッドに平行な光を照射するため、ヘッドと基板との間隔が短くなると光をこの間に入射することが困難となる。
- [0017] 特許文献4では、視覚カメラがインクジェットヘッドに対して基板の裏側に配置されているので、インクジェットヘッドと基板の間隔が小さくなくても液滴を配置すべき基板の領域を観察することが可能である。ところで、視覚カメラでインクジェットヘッドや基板の位置を認識するためには、光源を用いて、インクジェットヘッドや基板に光を当て、これから反射した光を視覚カメラに入射させる必要があるが、特許文献4では、光源の配置をどうするかについては開示がなされていない。一般的には、視覚カメラと基板との間に光源を置く方法が用いられている。しかし、この方法では、光源を配置するために基板と視覚カメラの距離を離す必要があり、認識すべき基板の領域が  $\mu\text{m}$  程度の場合、この微小領域を視覚カメラでとらえるためには、大がかりな光学系が必要となるので、装置全体が大きなものになってしまう。このため、視覚カメラの位

置は、固定せざるを得なくなる。特許文献3でも視覚カメラは固定されていた。基板やインクジェットヘッドのどちらか一方のみが移動する場合、基板とインクジェットヘッドの相対的な位置関係は、視覚カメラから得た情報をもとに演算処理回路を用いて簡単に導出できる。一方、インクジェット法で電子デバイスを量産するには、液滴配置の速度を高める必要があるので、多数のノズル孔から液滴を同時に吐出しながらインクジェットヘッドと基板を同時に移動させることが必須となる。この場合、視覚カメラと基板、及び視覚カメラと多数のノズル孔の相対的な位置関係が刻一刻と変化するため、基板とインクジェットヘッドとの相対位置関係を導出するためには、演算処理回路が大がかりになる。これらの結果、特許文献4の液滴配置装置は光学系と演算処理回路が大がかりとなり、装置の値段も高くなるという課題があった。

特許文献1: 米国特許5,658,802号明細書

特許文献2: 特開2003-98172号公報

特許文献3: 特開2002-253200号公報

特許文献4: 特開2001-284047号公報

非特許文献1: G.G.Rozenberg, Applied Physics Letters, 81巻, 2002年, P5249-5251

非特許文献2: H.Sirringhausら, Science, 2000年, 290巻, P2123-2126

非特許文献3: J. Bharathanら, Applied Physics Letters, vol.72, 1998年, P2660-2662

非特許文献4: T.R.Hebnerら, Applied Physics Letters, vol.72, 1998年, P519-521

#### 発明の開示

- [0018] 本発明は、インクジェットヘッドと基板との距離が短くてもインクジェットヘッドと基材との相対的な位置を正確に調整し、さらに、液滴の吐出の状態を観察できる液滴配置装置を提供する。さらに、液滴を基板に正確に配置するための方法を提供する。
- [0019] 本発明の液滴配置装置は、インクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドから吐出された液滴を受ける基板と、前記インクジェットヘッドのノズル孔又はその周辺から前記基板に向けて光を照射又は反射する装置と、前記インクジェットヘッドと前記基板との相対的な位置を制御する位置移動装置と、前記インクジェットヘッドからの液体を吐出する制御装置とを含む液滴配置装置であって、前記インクジェットヘッドから見て前記基板の後方に、前記インクジェットヘッドの位置を認識する受光素子を配

置し、前記基板は少なくとも前記ノズル孔又はその周辺から前記基板に向けた照射光又は反射光が受光素子に入る程度の透明度があり、前記受光素子は、前記ノズル孔又はその周辺から前記基板に向けた照射光又は反射光を検知することを特徴とする。

- [0020] 本発明の液滴配置方法は、インクジェットヘッドから液体を吐出して基板表面に前記液体を配置する方法であって、前記インクジェットヘッドの液体吐出側に受光素子を配置し、さらに、前記インクジェットヘッドと前記受光素子の間に前記基板を配置し、前記液体を吐出する前に前記受光素子によって前記インクジェットヘッドの位置を測定し、前記測定した情報に基づき前記インクジェットヘッドと前記基板との相対的な位置を定め、前記液体を前記基板に配置することを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

- [0021] [図1]図1は本発明の実施形態1における液滴配置装置を示した模式図である。
- [図2]図2は本発明の実施形態1における液滴配置装置の基板と受光素子の関係を示した模式図である。
- [図3]図3Aは本発明の実施形態2における液滴配置装置を示した模式図、図3Bは図3Aのインクジェットヘッドの下面図である。
- [図4]図4は本発明の実施形態3における液滴配置装置を示した模式図である。
- [図5]図5は本発明の実施形態3における液滴配置装置を示した模式図である。
- [図6]図6は本発明の実施形態3におけるインクジェットヘッドを示した断面模式図である。
- [図7]図7は本発明の実施形態3におけるインクジェットヘッドのノズル孔から放出された光が光センサで受光される様子を示した模式図である。
- [図8]図8は本発明の実施例1における液滴配置装置を示す模式図である。
- [図9]図9は本発明の実施例1における液滴配置装置の光反射ユニットと受光素子の詳細を示した模式図である。
- [図10]図10は従来のインクジェットプリンタの全体を示す模式図である。
- [図11]図11A-Cは従来から使用されており、本発明の実施例1でも使用するインクジェットヘッドを示した模式図であり、図11Aはノズル孔付近のインクジェットヘッドの

断面模式図、図11AのI-I線で切断した模式的立体透視図、図11Cはノズル板側から見たインクジェットヘッドの模式図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0022] 本発明の液滴配置装置は、インクジェットヘッドから見て前記基板の後方に存在し、前記インクジェットヘッドの位置を認識する受光素子を含む。また、前記基板は少なくとも前記インクジェットヘッドのノズル孔又はその周辺から前記基板に向けた照射光又は反射光が受光素子に入る程度の透明度を有する。透明度は高いほど好ましいが、半透明であっても差し支えない。前記ノズル孔又はその周辺から前記基板に向けた照射光又は反射光を受光素子が検知できる程度の透明性があればよい。基板としては、ガラス基板、又はポリエステルフィルム基板、ポリイミドフィルム基板、アクリル樹脂基板、ポリオレフィン基板等の透明樹脂を使用するのが好ましい。
- [0023] 基板は別に設けた固定台に固定してもよい。前記固定台が移動する場合、前記受光素子も前記固定台と一体となって移動することが好ましい。
- [0024] また、この液滴配置装置においては、前記固定台と前記受光素子の間に光に対して半透明な反射板が設けられ、前記固定台に固定された基板の面に平行な光が前記反射板に入射するように光源が配置され、前記反射板の配置が、前記入射光の一部を前記インクジェットヘッドの方向に反射し、かつ、前記インクジェットヘッドから放射される光の一部を前記受光素子側に透過するように調整されていることが好ましい。
- [0025] また、本発明の液滴配置装置においては、前記インクジェットヘッドが、液体を吐出するノズル孔、前記液体をノズルから吐出するために圧力を発生させる圧力室、前記圧力室に前記液体を供給する流路、前記液体を貯蔵する容器、前記容器から前記流路まで前記液体を輸送するための管から構成され、前記インクジェットヘッドにおいて前記液体が接触する表面が光を反射する材料から構成されており、かつ、前記容器内に光源を入射する仕組みが備わっていることが好ましい。
- [0026] また本発明の基板に液滴を配置する方法は、インクジェットヘッドから液体を吐出して基板表面に前記液体を配置する方法であって、前記インクジェットヘッドの液体吐出側に受光素子を配置し、さらに、前記インクジェットヘッドと前記受光素子の間に前



記基板を配置し、前記液体を吐出する前に前記受光素子によって前記インクジェットヘッドの位置を測定し、前記測定した情報に基づき前記インクジェットヘッドと前記基板との相対的な位置を定め、前記液体を前記基板に配置する。

[0027] 本発明の液滴移動装置を用いれば、電子デバイスや高密度のDNAチップを正確に作製することができる。さらに、光学系やインクジェットヘッドと基板の相対的な位置導出するための演算回路が簡単ですむので、装置の小型化や低価格化が可能となる。

[0028] (実施形態1)

図1は、本発明の液体配置装置の一例を示した模式図である。インクジェットヘッド1から液滴2が基板13に向かって矢印3のように吐出され、固定基板13の所定の位置に液滴2が配置される。インクジェットヘッド1はキャリッジ4に固定され、キャリッジ4はキャリッジ軸5に沿ってX軸方向に移動する。吐出制御回路9は、インクジェットヘッド1から液滴2を吐出するタイミング、液滴2の大きさ、初速度、1秒当たり吐出する液滴2の数を制御する。基板13は受光素子6の真上に配置されており、基板13と受光素子6は、キャリッジ軸8に沿って動く移動ステージ7によってY軸方向に一体となって移動する。基板13は、光透過性を持つ材料が望ましい。キャリッジ軸8と移動ステージ7はそれぞれ、位置制御回路10によって制御されながら動く。受光素子6に入射する光の強度と入射位置の情報は、受光素子信号処理回路11により入る。

[0029] 後に説明する図2のように、液滴を吐出するノズル孔やその周辺から放射した光が受光素子に入射する機構があるので、図1に示すインクジェットヘッド1と受光素子6との位置関係、及び、この光を利用して基板13と受光素子6との位置関係が分かる。さらにこれらの二つの情報から、インクジェットヘッドと基板との位置関係が分かる。本実施例では、ノズル孔やその周辺から光が受光素子に向けて放射する機構が備わっているため、受光素子6と基板13との間に光源を入れるための大きな隙間をもうける必要が無く、基板13と受光素子6の間隔を小さくでき、大がかりな光学系が不要となる。このため、基板13と受光素子6を一体化して動かすことが可能となる。この結果、インクジェットヘッド1と基板13が同時に移動しても、これら両者の相対位置関係は簡単な演算回路を利用して導出することが可能となる。

- [0030] 位置制御回路10、受光素子信号処理回路11、及び吐出制御回路9は、コンピュータ12が統括制御する。この結果、受光素子6でインクジェットヘッド1と基板13との位置関係を調べ、この情報をもとにしてインクジェットヘッド1と基板13を移動させて所定の位置に配置し、液滴2を吐出することによって基板13の所定の位置に液滴2を正確に配置することができる。また、受光素子6により、ノズル孔から吐出される液滴2を観察できるので、液滴2の吐出状態を調べることも可能となる。
- [0031] 本発明でいう、受光素子6とは、光を感受する光センサが二次元平面内に配列されたものをいい、それぞれのセンサに入射する光の強度を測定する。代表的なものとして、荷電結合素子(CCD)型撮像素子や金属酸化物半導体(MOS)型撮像素子がある。
- [0032] 図2は、図1の液滴配置装置の基板13と受光素子6の部分のみを詳しく説明した模式図である。各光センサ16が光センサ支持部17に保持され格子状に平面内に配列している。各光センサ16に光が入射すると、光センサ16内で光エネルギーは電子のエネルギーに変換されて電流が発生する。各素子に発生する電流は受光素子信号処理回路18に入って増幅、演算処理される。受光素子信号処理回路18は、光を感受した光センサ16の位置とその強度の情報を電気信号として外部出力にする。この出力された電気信号をコンピュータ19で演算処理することで、光センサ16(受光素子)に入射した光の情報を得ることができる。光センサ16の上部に対物レンズ20を配置し、両者の距離を調整し、光センサ16上部のインクジェットヘッドの像のピントを光センサ上に合わせば、インクジェットヘッドとそれぞれの光センサ16の位置関係を導出することができる。あらかじめ、基板14と光センサ16(受光素子)の位置を決めておき、インクジェットヘッドのノズル孔と光センサ16(受光素子)との位置関係も決めておけば、ノズル孔と基板との位置関係も分かるので、液滴を吐出すべき基板の位置が分かる。15は受光素子全体を示す。
- [0033] 基板と受光素子の位置をあらかじめ厳密に決めておかなくても、以下の方法を用いれば、インクジェットヘッドと基板との位置関係を調べることも可能である。すなわち、インクジェットヘッドのノズル孔像のピントを光センサの上に合わせてノズル孔と撮像素子との位置関係を導出した後、同様に、基板の像のピントを撮像素子に合わせて

基板と撮像素子の位置関係を導出する。これらの二つの情報から、ノズル孔と基板との位置関係を導出できる。

[0034] (実施形態2)

実施形態2は、インクジェットヘッドのノズル孔又はノズル周辺から光を放射する方法を示したものである。すなわち、実施形態1において、前記固定台と前記受光素子の間に光に対して半透明な反射板がもうけられ、前記固定台に固定された基板の面に平行な光が前記反射板に入射するように光源が配置され、前記反射板の配置が、前記入射光の一部を前記インクジェットヘッドの方向に反射し、かつ、前記インクジェットヘッドから放射される光の一部を前記受光素子側に透過するように調整されている。

[0035] 図3Aは、本実施形態の一例を示した模式図である。透明な基板23の真下に、内部に反射板28を有する光学ユニット27を設置している。反射板28は光に対して半透明で、基板23面と平行に入った入射光24は反射板28により反射してインクジェットヘッド21に向かう反射光25となる。この反射光25がノズル板33や基板23で反射して反射光26となり反射板28を通過し、対物レンズ30を通過して光センサ31でノズル板33や基板23の像を形成する。32は光センサ支持部、29は受光素子全体を示す。

[0036] 図3Bは、図3Aのインクジェットヘッド21の下面図で、ノズル孔22を複数有するノズル板33を示している。

[0037] (実施形態3)

実施形態3は、ノズル孔やこの周辺から受光素子に向けて光を放射する別の方法を示す。すなわち、実施形態3は、ノズル孔から基板に向かって光を放射する機構を備えたインクジェットヘッドを提供する。このインクジェットヘッドは、液体を吐出するノズル孔、前記液体をノズルから吐出するために圧力を発生させる圧力室、前記圧力室に前記液体を供給する流路、前記液体を貯蔵する容器、前記容器から前記流路まで前記液体を輸送するための管から構成され、前記インクジェットヘッドにおいて前記液体が接触する表面が光を反射する材料から構成されており、かつ、前記容器内に光源を入射する仕組みが備わっている。

[0038] 図4は、本実施形態で示したインクジェットヘッドを用いた液滴配置装置の一例の

模式図である。インクジェットヘッド34のノズル孔から光35が透明な基板36に向けて照射されている。照射された光35は対物レンズ38を通して光センサ39に入るので、ノズル孔と受光素子との位置関係を導出することができる。また、この光を基板36に当てれば、基板36の位置情報も光センサ(受光素子)39によって導出することが可能となる。40は光センサ支持部、37は受光素子全体を示す。

[0039] 図5は、インクジェットヘッド41のノズルから光42を放出してインクジェットヘッド41と基板43との位置を検出する別の例である。基本的に図4と同じであるが、本例では対物レンズが無いことが特徴である。光センサ45とインクジェットヘッド41の距離を近づけることで、対物レンズ無しでもノズル孔の位置を検出することが可能となる。46は光センサ支持部、44は受光素子全体を示す。

[0040] 図6は、本実施形態で用いるインクジェットヘッド51の構造を具体的に示した模式図である。ノズル板54に開けられたノズル孔55の内壁、圧力室56の内壁、インク流路57の内壁、チューブ59の内壁、及び、液体貯蔵容器61の内壁が光を反射する材料でできている。各内壁をこのような材料にするためには、各内壁に光の反射率の高い金属を蒸着するかメッキすればよい。用いる金属は、アルミニウム、白金、金等がある。液体貯蔵容器61内に光源62を設置して光を放射すると、光源から出た光線60は、チューブ59の内壁、インク流路57の内壁、圧力室56の内壁、ノズル孔55の内壁で反射し、最終的にはノズル孔55から外に向かって放出され放出光63となる。光源62は必ずしも液体貯蔵容器61内に設置する必要はなく、例えば、容器内の外に置き、光ファイバーを通して容器内に光を導入しても良い。52は圧電素子、53は振動板、58はインク供給口である。

[0041] 図7は、ノズル孔64から放射される光束の形を模式的に示した図である。ノズル板63を貫くノズル孔64の形状がノズル孔64の中心を通る中心軸に対して対称である時、ノズル孔64から放射される光束65は、ノズル孔64の中心軸に対して対称となる。従って、この光束65が光センサ67の集合体面に投影されると、円形のスポット66となる。この円形スポット66の中心点の真上がノズル孔64中心部と一致するので、ノズル孔64の中心位置を検出することが可能となる。

[0042] 以下に本発明の具体的な実施例を説明する。なお、本発明は以下の実施例に限

定されるものではない。

[0043] (実施例1)

液滴配置装置を用いて大きさが縦:10mm、横:10mm、厚み:0.2mmのガラス基板上に、100 $\mu$ m間隔で直径50 $\mu$ mの円内領域に液体を配置した。以下に詳細を示す。

(1) 基板の作製方法

大きさが縦:10mm、横:10mm、厚み:0.2mmの板の石英ガラス基板を中性洗剤で超音波洗浄した後純水で流水洗浄した。このガラス基板に窒素ガスを吹きかけて乾燥した後、110℃のオゾン雰囲気紫外線を照射してガラス基板表面に残存する有機物を除去した。その後、通常的光リソグラフィ法を用いて、ガラス基板の四隅にクロムの位置合わせマーク(アライメントマーク)を形成した。アライメントマークは、縦:100 $\mu$ m、横:10 $\mu$ mの長方形が二つ直角に交差する十字の形のものを形成した。次に、このガラス基板上にポジ型レジスト膜のパターンを形成した。このパターンは、直径50 $\mu$ mの円形のレジスト膜が100 $\mu$ m間隔で格子状に並んだものである。ガラス基板上の四隅に形成しておいたアライメントマークと円との位置関係はあらかじめ定めておいた値にした。すなわち四隅のアライメントマークの位置が分かれば、一義的に所定の円の位置が分かるようにした。

[0044] 次に乾燥窒素ガスで満たされたグローブボックス内で、ヘキサデカフルオロエチルトリクロロシラン( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_7\text{CH}_2\text{SiCl}_3$ (以下「FACS」という。))を1vol%溶解させたn-ヘキサデカンとクロロホルムの混合溶液(体積比で8:2)にガラス基板を1時間浸漬した。その後、このガラス基板をトルエンで洗浄した。この結果、レジストの無い領域にFACSが吸着した。

[0045] 次に、処理したガラス基板をグローブボックスから取り出し、アセトンに浸漬してガラス基板のレジスト膜を除去した。アセトン浸漬ではガラス基板上に吸着したFACSは除去されないため、レジストを除去した領域のみが親水性となった。この結果、親水性の領域である直径50 $\mu$ mの円が100 $\mu$ m間隔で配置され、この親水性領域以外が撥水性である、親水/撥水性のパターンが形成できた。なお、撥水性領域と親水性領域の純水に対する静的接触角はそれぞれ、5度と130度であった。

## (2) 光センサ

光センサとして、松下電器産業社製の電荷結合素子(CCD)を用いた。仕様は以下の通りである。

- ・センサの数: 3万個
- ・一個の光センサとその周辺部の占める大きさは縦:  $60\mu\text{m}$ 、横:  $60\mu\text{m}$
- ・センサ全体の占める大きさは縦:  $15\text{mm}$ 、横:  $15\text{mm}$

## (3) インクジェットヘッド

図11A-Bで示した一般的なインクジェットヘッドを用いた。振動板は厚み $3\mu\text{m}$ の銅、圧電素子は厚み $3\mu\text{m}$ のチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)とした。PZTは真空スパッタリング法で形成し、膜の垂直方向に(001)配向している。ノズル板は、撥水処理が施されている。ノズル孔の直径は $20\mu\text{m}$ とし、放電加工に法により形成している。また、図11Cで示すように、同一色のインクを吐出するノズル数は40個であり、これが左右に $340\mu\text{m}$ の間隔で並んでいる。そして、40個のノズルの列は上下に $170\mu\text{m}$ の間隔で5列に配置されている。ノズル孔の数は合計で200個ある。本実施例では、一個のノズル孔のみを用いて液体の吐出を行った。液体の吐出は、圧電素子間に10KHzの周波数、振幅20Vの電圧を印加して行った。液適量は20ピコリットルとした(半径約 $16.8\mu\text{m}$ )。インクジェットヘッドには、インクの代わりに所定の液体を入れた。

## (4) 液滴配置装置

図8は本実施例の液滴配置装置の概念図であり、光反射ユニット73と光源83が付け加えられている以外は図1に示した液滴配置装置と同じである。移動ステージ75上に受光素子74、光反射ユニット73、ガラス基板72を順に設置しており、移動ステージ75はキャリッジ軸76に沿ってY軸方向に移動する。インクジェットヘッド71は、キャリッジ77と一緒にキャリッジ軸78上をX軸方向に移動する。インクジェットヘッド71のノズル板とガラス基板72の距離は $0.3\text{mm}$ に設定した。また、光源83からガラス基板72の面内に平行な入射光84が光反射ユニット73に導入されている。本実施例では光源にハロゲンランプを用いた。79は受光素子信号処理回路、80は位置制御回路、81は吐出制御回路、82はコンピュータである。

[0046] 図9は、受光素子と光反射ユニットの構造を詳しく説明した模式図である。光反射ユ

ニット91は、光を反射する反射板92が設置されている。この反射板92は光に対して半透明で、ガラス基板の面に平行な入射光93の一部を反射して反射光94となり、一部の光はそのまま透過する。反射光94は上部に設置されたガラス基板(図示省略)を通してインクジェットヘッド(図示省略)のノズル板(図示省略)に到達し、反射光となって再び反射板に戻る。この光の一部は受光素子97に入射する。受光素子97は、光センサ96の集合体であるCCDとその上部に設けられた対物レンズ95から構成される。対物レンズ95とCCDとの距離は電磁モータによって制御する。

#### (5) ガラス基板に配置する液体

末端がフロオレセイン イソチオシアネート(fluorescein isothiocyanate (FITC))で蛍光標識された10塩基からなる一本鎖オリゴヌクレオチド(和光純薬製)を20wt%になるように純水に溶解した。これを、インクジェットヘッドのインク室に挿入した。

#### (6) ガラス基板への液体の配置方法

図8を用いて、液体の配置の方法を示す。光源83から光反射ユニット73に入射光84を入射した後、ガラス基板72表面上のアライメントマークの像のピントがCCD素子74上になるように対物レンズ(図9の95)とCCDとの距離を調整した。この結果、アライメントマークとCCD素子の位置関係が導出できた。同様に、ノズル板上の液体を吐出するノズル孔の像のピントがCCD素子上に合うように対物レンズを移動し、ノズル孔とCCD素子との位置関係を導出した。これらの測定によって、ガラス基板72上のそれぞれの親水領域とノズル孔の位置関係を導出することができた。次に、液体を吐出するノズル孔が液体を配置したいガラス基板72上の親水性領域の真上になるようにインクジェットヘッド71とガラス基板72の位置を移動した。次に、制御回路81によってインクジェットヘッド71から液滴を吐出した。同様に、インクジェットヘッド71を移動して、次の親水性領域に液体を配置した。これらを繰り返し、ガラス基板72上の親水性領域全てに液体を配置した。

[0047] インクジェットヘッド71から液滴が基板に配置される様子は、受光素子、受光素子信号処理回路79、コンピュータ82を用いて、その場で観察することができた。すなわち、ノズル孔の像にピントを合わせることで、ノズル孔から液体が吐出される様子が観察できた。この結果、ノズル孔からの液体の吐出、不吐出がその場で観察できることが

分かった。

#### (7) 配置した液体の評価方法と結果

ガラス基板上に配置したオリゴヌクレオチドは蛍光物質で標識されているので、蛍光顕微鏡で蛍光を観察することで配置された液滴の形を評価できる。波長400nmのレーザ光をガラス基板に照射し、520nmの蛍光を観察した。

[0048] この結果、直径50  $\mu$  mの円内領域から蛍光が発しており、この領域が100  $\mu$  m間隔で配置されていることが確認できた。

#### [0049] (実施例2)

実施例1と同様に液滴を配置した。但し、インクジェットヘッドは以下のようにした。

##### (1) インクジェットヘッド

実施形態3の図6で示した構造のインクジェットヘッドを用いた。光源としてはハロゲンランプを用いた。また、ヘッドの内壁はアルミニウムを真空蒸着したものをを用いた。

##### (2) ガラス基板への液体の配置方法

対物レンズと撮像素子間隔を調整して、光を放射しているノズル孔のピントをCCD素子面に合わせ、ノズル孔と撮像素子との位置関係を導出した。次に、ノズル孔から放射される光が基板上的のアライメントマークに当たるように、インクジェットヘッド、基板、撮像素子を移動させた。なお、基板と撮像素子は一体となって移動させた。次に、基板のアライメントマークの像のピントをCCD素子に似合わせて、アライメントマークと撮像素子との位置関係を導出した。これらの二つの位置関係の情報をもとに、ノズル孔と基板との位置関係を導出した。その後、この情報をもとにして、基板上的の親水性領域に液滴を配置した。

##### (3) 配置した液体の評価方法と結果

実施例と同様の方法でガラス基板に配置した液滴を評価した。この結果、実施例1と同様、直径50  $\mu$  mの円内領域から蛍光が発しており、この領域が100  $\mu$  m間隔で配置されていることが確認できた。

#### [0050] (実施例3)

実施例2と同様に液滴をガラス基板上に配置した。ただし、撮像素子から対物レンズを取り去った。そして、CCD素子をガラス基板に接触させた。



- [0051] 実施例2と同様に、ノズル孔と基板との相対位置を導出し、所定の箇所に液滴を配置した。この結果、実施例2と同様、液滴は正確に所定の位置に配置されていることが確認できた。
- [0052] (産業上の利用可能性)
- 本発明は微小な液滴を精度良く基板に配置できるため、微小な液滴パターンを精度良く基板に形成できることができる。吐出する液滴を、DNAプローブ、タンパク質、半導体材料、レンズ材料、金属材料にすることで、DNAチップ、バイオチップ、薄膜トランジスタ等の半導体素子、レンズ、配線を形成できる。従って、本発明により、DNAチップ、バイオチップ及び電子素子等を実現することができる。
- [0053] なお、本発明の実施例ではインクジェットヘッドの圧力発生機構として圧電素子を用いたがこれに限る必要はなく、熱作用により瞬間的に気泡を発生させる方法(バブルジェット(登録商標)法)を用いても良い。
- [0054] さらに、本発明の実施例では、ノズル孔一個のみから液滴を吐出したが、多数のノズル孔から同時に液滴を吐出してもよい。

## 請求の範囲

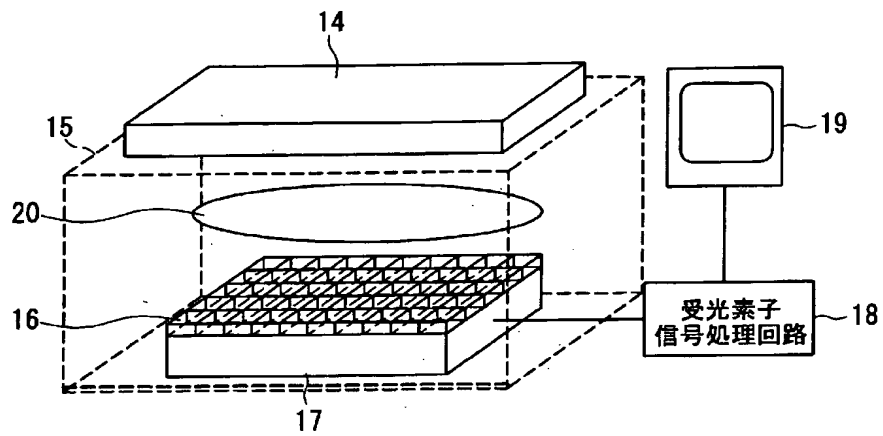
- [1] インクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドから吐出された液滴を受ける基板と、前記インクジェットヘッドのノズル孔又はその周辺から前記基板に向けて光を照射又は反射する装置と、前記インクジェットヘッドと前記基板との相対的な位置を制御する位置移動装置と、前記インクジェットヘッドからの液体を吐出する制御装置とを含む液滴配置装置であって、
- 前記インクジェットヘッドから見て前記基板の後方に、前記インクジェットヘッドの位置を認識する受光素子を配置し、
- 前記基板は少なくとも前記ノズル孔又はその周辺から前記基板に向けた照射光又は反射光が受光素子に入る程度の透明度があり、
- 前記受光素子は、前記ノズル孔又はその周辺から前記基板に向けた照射光又は反射光を検知することを特徴とする液滴配置装置。
- [2] 前記基板の移動に応じて、前記受光素子も前記基板と一体となって移動する手段をさらに含む請求項1に記載の液滴配置装置。
- [3] 前記基板と前記受光素子の間に光に対して半透明な反射板を置き、
- 前記基板の面に平行な光を前記反射板に入射させる光源を設置し、
- 前記入射光の一部を前記インクジェットヘッドの方向に反射し、前記インクジェットヘッドから反射される光の一部を前記受光素子側に透過するように前記反射板を調整して配置する請求項1に記載の液滴配置装置。
- [4] 前記インクジェットヘッドは、液体を吐出するノズル孔内から前記基板に向けて光を照射する手段を備えた請求項1に記載の液滴配置装置。
- [5] 前記ノズル孔内から前記基板に向けて光を照射する手段は、
- 前記ノズル孔と、前記液体をノズルから吐出するために圧力を発生させる圧力室と、前記圧力室に前記液体を供給する流路と、前記液体を貯蔵する容器と、前記容器から前記流路まで前記液体を輸送するための管を含み、
- 前記液体が接触する表面は光を反射する材料から構成されており、かつ、前記容器内に光源を入射して前記ノズル孔まで導く請求項4に記載の液滴配置装置。
- [6] 前記基板は、ガラス又は樹脂である請求項1に記載の液滴配置装置。

- [7] 前記インクジェットヘッドは、圧電素子を使用した振動により液体を吐出するヘッド、又は熱作用による気泡発生により液体を吐出するヘッドである請求項1に記載の液滴配置装置。
- [8] インクジェットヘッドから液体を吐出して基板表面に前記液体を配置する方法であって、  
前記インクジェットヘッドの液体吐出側に受光素子を配置し、さらに、前記インクジェットヘッドと前記受光素子の間に前記基板を配置し、前記液体を吐出する前に前記受光素子によって前記インクジェットヘッドの位置を測定し、前記測定した情報に基づき前記インクジェットヘッドと前記基板との相対的な位置を定め、前記液体を前記基板に配置することを特徴とする液滴配置方法。
- [9] 前記基板の移動に応じて、前記受光素子も前記基板と一体となって移動する手段をさらに含む請求項8に記載の液滴配置方法。
- [10] 前記基板と前記受光素子の間に光に対して半透明な反射板を置き、  
前記基板の面に平行な光を前記反射板に入射させる光源を設置し、  
前記入射光の一部を前記インクジェットヘッドの方向に反射し、前記インクジェットヘッドから反射される光の一部を前記受光素子側に透過するように前記反射板を調整して配置する請求項8に記載の液滴配置方法。
- [11] 前記インクジェットヘッドは、液体を吐出するノズル孔内から前記基板に向けて光を照射する手段を備えた請求項8に記載の液滴配置方法。
- [12] 前記ノズル孔内から前記基板に向けて光を照射する手段は、  
前記ノズル孔と、前記液体をノズルから吐出するために圧力を発生させる圧力室と、前記圧力室に前記液体を供給する流路と、前記液体を貯蔵する容器と、前記容器から前記流路まで前記液体を輸送するための管を含み、  
前記液体が接触する表面は光を反射する材料から構成されており、かつ、前記容器内に光源を入射して前記ノズル孔まで導く請求項11に記載の液滴配置方法。
- [13] 前記基板は、ガラス又は樹脂である請求項8に記載の液滴配置方法。
- [14] 前記インクジェットヘッドは、圧電素子を使用した振動により液体を吐出するヘッド、又は熱作用による気泡発生により液体を吐出するヘッドである請求項8に記載の液

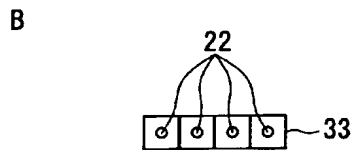
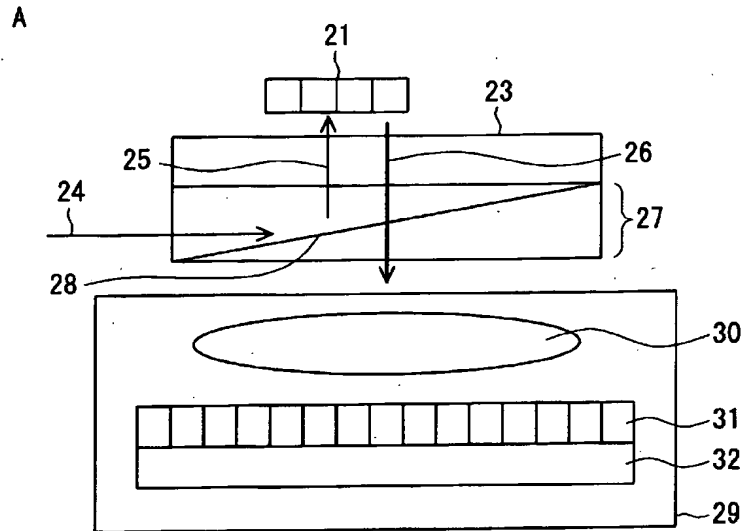
滴配置方法。



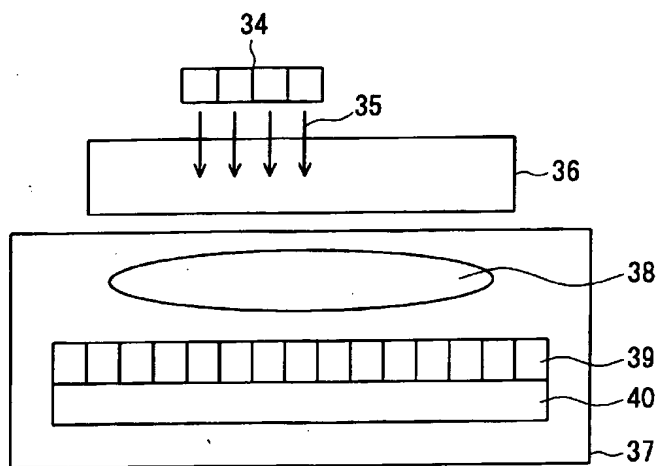
[図2]



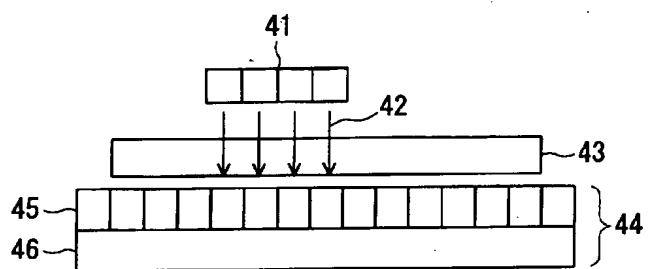
[図3]



[図4]

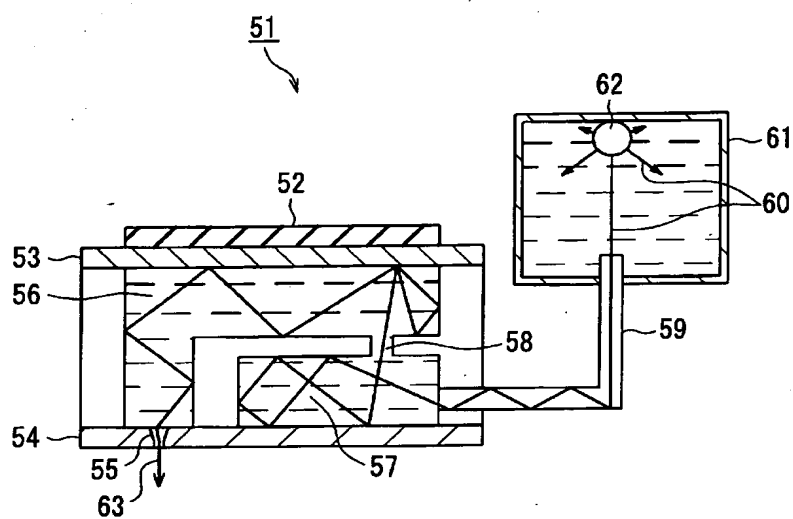


[図5]

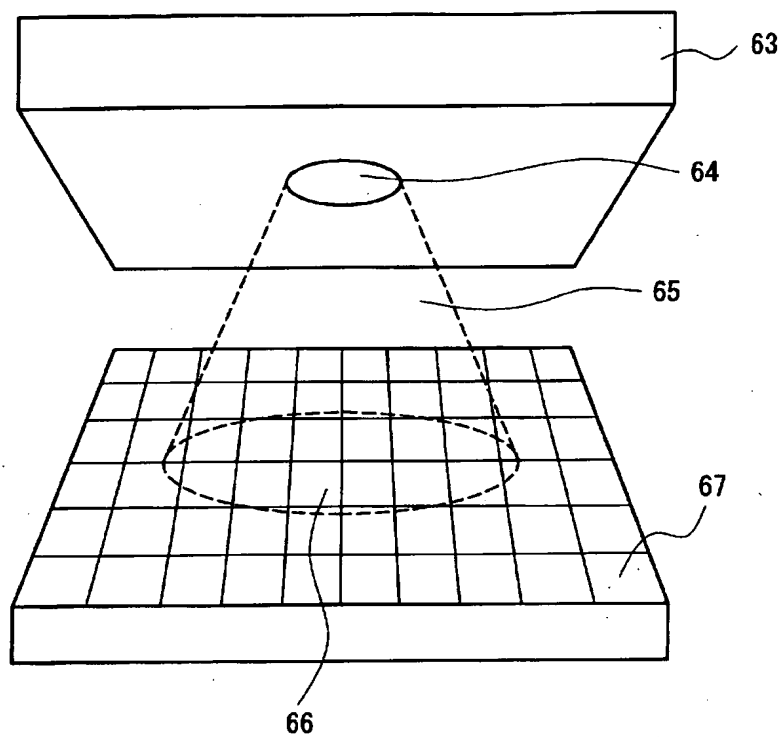




[図6]

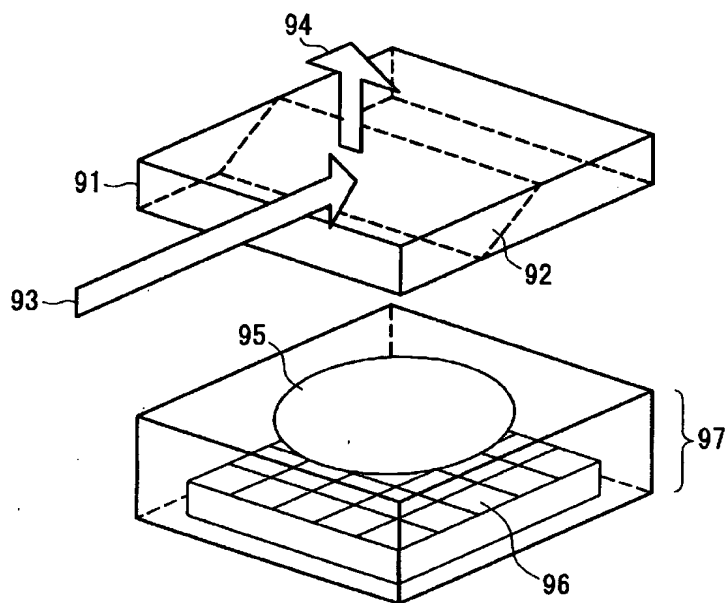


[図7]

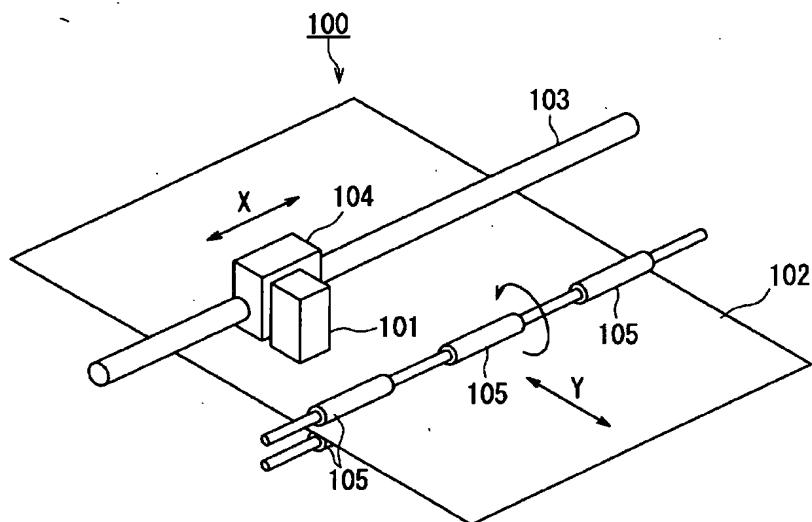




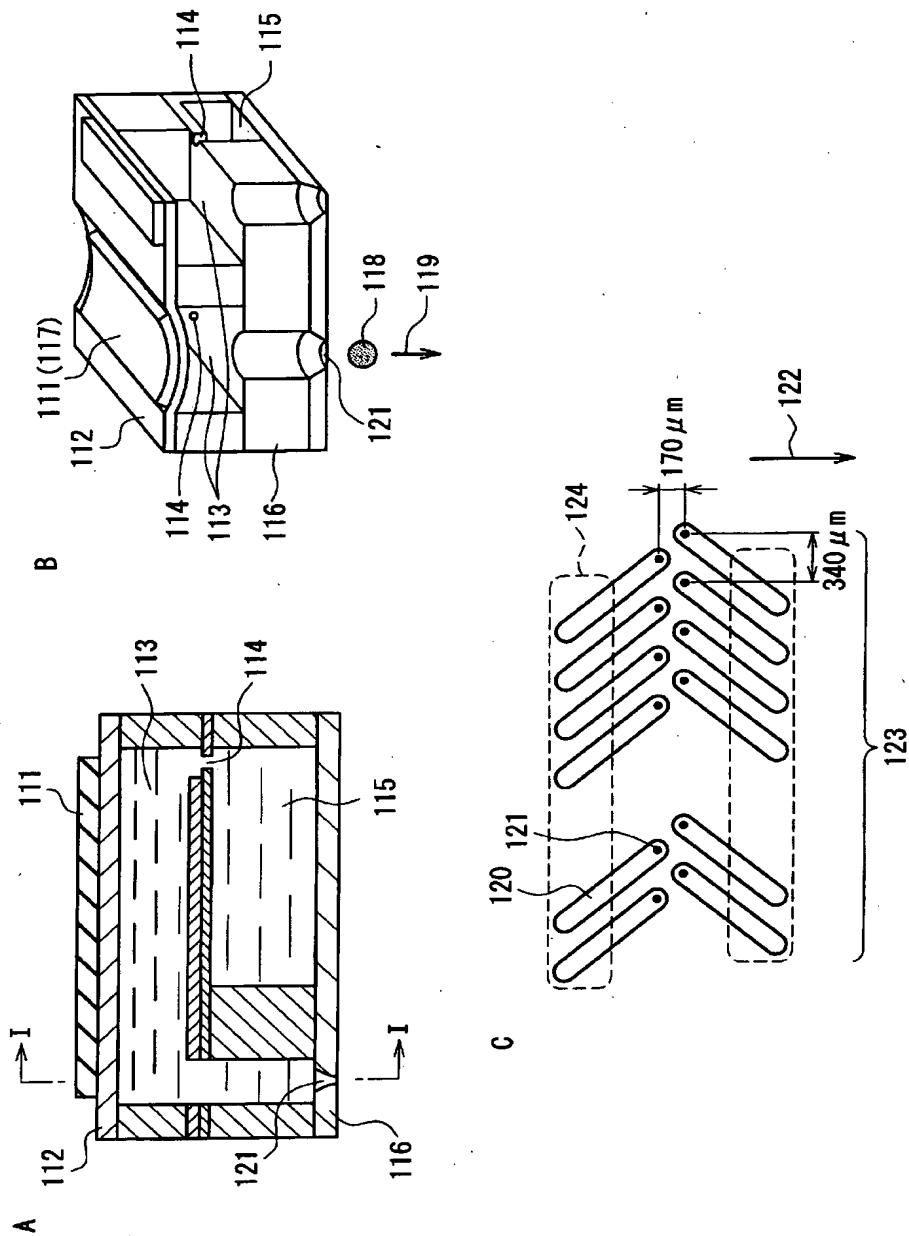
[図9]



[図10]



[図11]



## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> B41J2/01, B05C5/00, B05C11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> B41J2/01, B05C5/00, B05C11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X  A	JP 11-339642 A (Canon Inc.), 10 December, 1999 (10.12.99), Full text; all drawings & US 6060113 A1 & EP 717428 A2	1-3, 6-10, 13, 14 4, 5, 11, 12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 June, 2005 (09.06.05)Date of mailing of the international search report  
28 June, 2005 (28.06.05)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.